

# Pemodelan Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Hiv dan Aids Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Poisson Bivariat

Novi Tri Ratnasari dan Purhadi

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jalan Arief Rahman Hakin, Surabaya 60111

E-mail : purhadi@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Penelitian ini menjelaskan tentang faktor yang mempengaruhi HIV dan AIDS di kabupaten dan kota di Jawa Timur. Kasus HIV dan AIDS merupakan kedua kasus yang berbeda tetapi mempunyai keterkaitan satu dengan yang lain, karena itu regresi poisson bivariat diduga menjadi metode yang baik untuk memodelkan jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS. Terdapat tiga buah model regresi poisson bivariat yang dibangun. Nilai parameter yang didapatkan dari ketiga buah regresi tersebut berbeda-beda, karena itu perlu memilih salah satu dari ketiga model tersebut. Model terbaik dari regresi poisson bivariat adalah model dengan nilai  $\lambda_0$  melibatkan variabel prediktor. Pada model terbaik tidak semua variabel prediktor berpengaruh terhadap respon jumlah kasus AIDS. Variabel prediktor yang berpengaruh pada model jumlah kasus AIDS adalah persentase penduduk tamat SMA, persentase pengguna kondom, persentase penduduk kelompok umur 25-29 tahun, persentase daerah berstatus desa dan persentase penduduk miskin di tiap kabupaten dan kota.

**Kata kunci**—HIV, AIDS, Regresi Poisson Bivariat

## I. PENDAHULUAN

Kesehatan adalah hak dasar manusia dan merupakan merupakan salah satu aspek kualitas sumber daya manusia yang penting untuk dicermati. Hal itu dikarenakan kesehatan merupakan salah satu peran penting dalam investasi sumber daya manusia, maka sangat tepat peran yang dilakukan pemerintah dalam pembangunan di bidang kesehatan secara terus menerus. Penyakit HIV dan AIDS adalah *new emerging diseases* serta menjadi pandemi di beberapa kawasan dalam beberapa waktu terakhir ini. Salah satu jenis penyakit yang perlu diperhatikan di Jawa Timur adalah mengenai HIV dan AIDS. Regresi poisson bivariat diperuntukkan untuk pemodelan saat terdapat sepasang sepasang variabel respon dengan bentuk data *count* (jumlah) yang menunjukkan nilai korelasi tinggi [1]. Selain itu asumsi depedensi variabel respon harus benar-benar terpenuhi saat pemodelan menggunakan regresi poisson bivariat [2]. Jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS di Provinsi Jawa Timur mempunyai keterkaitan satu sama lain, sehingga

diduga mempunyai korelasi yang tinggi. Selain itu data jumlah kasus HIV dan jumlah kasus AIDS berupa *count* maka pemodelan menggunakan regresi poisson bivariat bisa digunakan.

Tujuan dalam penelitian ini adalah mendapatkan model jumlah kasus HIV dan AIDS dengan menggunakan regresi poisson univariat, mendapatkan penaksir parameter dan statistik uji dari kasus HIV dan AIDS di kabupaten dan kota di Jawa Timur menggunakan regresi poisson bivariat, mendapatkan model terbaik yang dihasilkan dari ketiga buah model regresi poisson bivariat dan mendapatkan faktor yang mempengaruhi HIV dan AIDS di tiap kabupaten dan kota di Jawa Timur menggunakan regresi poisson bivariat dari model terbaik. Sehingga bisa diketahui faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kasus HIV dan AIDS di Provinsi Jawa Timur, hal tersebut menjadi masukan untuk Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan dalam penelitian yaitu regresi poisson univariat dan regresi poisson bivariat.

### A. Distribusi Poisson

Percobaan yang menghasilkan nilai untuk variabel random dan merupakan banyaknya hasil percobaan yang terjadi selama selang waktu tertentu atau di suatu daerah tertentu disebut percobaan poisson [3]. Distribusi poisson mempunyai karakteristik yang tidak biasa yaitu mempunyai mean dan variansi yang sama yaitu  $\lambda$ . Fungsi probabilitasnya adalah

$$f(y) = \begin{cases} \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} ; y = 0, 1, 2, 3, \dots \\ 0 ; y \text{ yang lain} \end{cases} \quad (1)$$

Distribusi poisson bivariat terjadi saat terdapat variabel random  $U_0, U_1$  dan  $U_2$  merupakan variabel random yang berdistribusi poisson dengan parameter  $\lambda_0, \lambda_1$  dan  $\lambda_2$ . Terdapat variabel random  $Y_1, Y_2$  dengan  $Y_1 = U_1 + U_0$  dan  $Y_2 = U_2 + U_0$  dengan fungsi probabilitas ditunjukkan oleh persamaan 2. Saat variabel random  $Y_1, Y_2$  secara bersama-

sama berdistribusi poisson bivariat, maka fungsi probabilitas adalah

$$f(y_1, y_2) = \begin{cases} e^{-\sum_{j=0}^2 \lambda_j} \prod_{j=1}^2 \frac{\lambda_j^{y_j}}{y_j!} \sum_{k=0}^s \binom{y_j}{k} k! \left( \frac{\lambda_0}{\prod_{j=1}^2 \lambda_j} \right) & ; y_{j=0,1,2,\dots} \\ 0 & ; y_j \text{ yang lain} \end{cases} \quad (2)$$

### B. Regresi Poisson Univariat

Analisis regresi merupakan alat statistik yang memanfaatkan hubungan antara dua atau lebih peubah kuantitatif sehingga salah satu peubah bisa diramalkan dari peubah lain [4]. Apabila peubah tak bebas  $Y$  berdistribusi poisson maka model regresi yang digunakan adalah regresi poisson. Model regresi poisson merupakan model standar untuk data diskrit dan termasuk dalam model regresi linier. Penaksiran parameter regresi poisson menggunakan MLE dengan metode newton raphson [5]. Model regresi poisson dengan satu buah variabel respon dituliskan sebagai berikut  $y \sim \text{poisson}(\lambda)$

$$\lambda = e^{\mathbf{x}^T \boldsymbol{\beta}} \quad (3)$$

dimana

$$\mathbf{x} = [1 \quad x_1 \quad x_2 \quad \dots]$$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

Pengujian secara serentak parameter model regresi poisson untuk melihat kesesuaian model yang dihasilkan. Hipotesis yang digunakan untuk pengujian parameter secara serentak adalah

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{palingsedikit ada satu } \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, k$$

sehingga diperoleh hubungan sebagai berikut

$$\Delta = \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}$$

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Delta = -2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (4)$$

$$D(\hat{\beta}) \sim \chi^2_{(\alpha, k)}$$

Nilai devians model regresi poisson mengikuti distribusi  $\chi^2$  sehingga tolak  $H_0$  jika  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_k$ . Pengujian parameter secara parsial digunakan untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh signifikan terhadap model. Hipotesis yang digunakan untuk pengujian parameter secara parsial adalah

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$z = \frac{\hat{\beta}_j}{\text{se}(\hat{\beta}_j)} \quad (5)$$

$$) \quad (5)$$

$H_0$  ditolak apabila nilai dari  $|z_{hitung}| > z_\alpha$  yang artinya varia-bel ke  $j$  signifikan terhadap respon.

### C. Regresi Poisson Bivariat

Salah satu teknik untuk memodelkan data multivariat saat tipe data *count*, merupakan salah satu cara lama dan sering dipelajari adalah regresi poisson bivariat [6]. Variabel random mengikuti distribusi poisson dengan  $E(Y_1) = \lambda_1 + \lambda_0$  dan  $E(Y_2) = \lambda_2 + \lambda_0$ . Nilai  $\text{Cov}(Y_1, Y_2) = \lambda_0$ ,  $\lambda_0$  adalah ukuran ketergantungan dari kedua variabel random. Model yang lebih realistis dapat ditunjukkan jika membuat model  $\lambda_0, \lambda_1$  dan  $\lambda_2$  digunakan sebagai *covariate* sebagai regressor. Model regresi poisson bivariat mendapatkan bentuk berikut

$$(Y_1, Y_2) \sim PB(\lambda_{1i}, \lambda_{2i}, \lambda_0) \quad (6)$$

$$\lambda_{ji} + \lambda_0 = e^{(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_j)}; j = 1, 2$$

Terdapat tiga buah model dengan nilai  $\lambda_0$  yang berbeda beda, yaitu model dengan nilai  $\lambda_0$  adalah suatu konstanta, model dengan nilai  $\lambda_0$  dimana terdapat *covariate* di dalam nilai tersebut dan model dengan nilai  $\lambda_0$  adalah nol dimana dianggap tidak terdapat *covarian* dari dua buah variabel, lazimnya disebut model *double poisson*. Penaksiran parameter untuk regresi poisson bivariat digunakan metode newton raphson [7]. Rumusan pengujian hipotesis untuk parameter secara serentak adalah

$$H_0 : \beta_{j1} = \beta_{j2} = \dots = \beta_{ji} = 1, 2$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \beta_{ji} = 0; j = 1, 2; i = 1, 2, \dots, k$$

$$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = -2 \ln \left[ \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right] \quad (7)$$

$$D(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = 2 \left[ \left( -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_1) - \sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}_2) + \sum_{i=1}^n \ln A_{i0} \right) - \Delta \right]$$

$$\text{dengan } \Delta = \left( -\sum_{i=1}^n \exp(\beta_{10}) - \sum_{i=1}^n \exp(\beta_{20}) + \sum_{i=1}^n \ln A_{i1} \right)$$

$D(\hat{\beta})$  adalah devians dari model yang merupakan statistic uji dengan kriteria pengujiannya adalah tolak  $H_0$  jika

$$D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(k, \alpha)}.$$
 Hipotesis parameter parsial adalah

$$H_0 : \beta_{jl} = 0$$

$$H_1 : \beta_{jl} \neq 0; j = 1, 2$$

$$z = \frac{\hat{\beta}_{jl}}{\text{se}(\hat{\beta}_{jl})}$$

)

Hipotesis awal akan ditolak saat nilai  $|z_{hitung}| > z_{\alpha/2}$ .

#### D. Estimasi Standar Error dengan Bootstrap

Algoritma *bootstrap* untuk mengestimasi standar eror dari parameter adalah menarik  $B$  sampel independen *bootstrap*, mengevaluasi replikasi *bootstrap* yang bersesuaian pada setiap sampel, membentuk model dari setiap replikasi. Dari hasil setiap replikasi nilai estimasi parameternya disimpan. Kemudian mengestimasi standar eror dengan rumusan

$$s\hat{e}_B = \left\{ \sum_{j=1}^B \frac{[\hat{\beta}(j) - \hat{\beta}(\cdot)]^2}{B-1} \right\}^{1/2}$$

)

nilai  $\hat{\beta}(\cdot) = \sum_{j=1}^B \frac{\hat{\beta}(j)}{B}$  adalah rata-rata estimasi parameter.

#### E. HIV dan AIDS

HIV dan AIDS sering dianggap sebagai hal yang sama, padahal terdapat perbedaan diantara keduanya.. HIV adalah singkatan dari *Human Immunodeficiency Virus*. Virus ini menyerang limfosit CD4 yaitu dari sistem kekebalan tubuh. Virus ini ditularkan dari manusia yang terinfeksi kepada kelompok manusia yang sehat. Kerusakan besar terhadap tingkat kekuatan kekebalan tubuh dapat disebabkan. AIDS adalah singkatan dari *Acquired Immunodeficiency Syndrome*. Kondisi ini berkembang dari infeksi HIV, jika penderita HIV tidak mematuhi pengobatan antivirus seperti yang disarankan dokter, HIV akan berkembang menjadi lebih cepat menjadi AIDS. Selain itu jangka waktu untuk HIV berkembang menjadi AIDS lebih cepat adalah orang yang terkena gizi buruk, usia tua, dan stres berat. Pencegahan perkembangan HIV menjadi AIDS dapat dibantu dengan menjalani gaya hidup sehat dan mematuhi saran dokter [8].

#### E. Penelitian Terdahulu

Penelitian HIV/AIDS pernah dilakukan sebelumnya menggunakan regresi poisson. Dari hasil pemodelan regresi poisson hal yang berpengaruh secara signifikan yaitu persentase penduduk yang tamat SMA, persentase penduduk miskin dan jumlah daerah berstatus desa [9].

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari Data Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2011. Dengan unit penelitian

Tabel 1.  
Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
$Y_1$	Jumlah kasus HIV
$Y_2$	Jumlah kasus AIDS
$X_1$	Persentase penduduk pengguna kondom terhadap alat kontrasepsi lain
$X_2$	Persentase kelompok umur 25-29 tahun terhadap jumlah penduduk
$X_3$	Persentase daerah berstatus desa terhadap jumlah daerah tingkat II
$X_4$	Persentase penduduk yang tamat SMA terhadap jumlah penduduk
$X_5$	Persentase penduduk miskin terhadap jumlah penduduk
$X_6$	Persentase jumlah tenaga medis terhadap jumlah penduduk

sebanyak 29 kabupaten dan 9 kota di Jawa Timur. Langkah analisis yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis deskriptif dan uji korelasi terhadap variabel, mendeteksi multikolinieritas antara variabel prediktor. Setelah terpenuhi syarat tidak terjadi multikolinieritas dilakukan pemodelan. Pemodelan pertama adalah regresi poisson univariat. Kemudian berlanjut ke pemodelan regresi poisson bivariat yang akan dibangun tiga buah model, yaitu :

- 1) Model pertama adalah model dengan nilai  $\lambda_0$  adalah suatu konstanta.
- 2) Model kedua adalah model dengan nilai  $\lambda_0$  suatu persamaan.
- 3) Model ketiga adalah model dengan nilai  $\lambda_0$  adalah 0.

Menghitung standar eror dari regresi poisson bivariat dengan menggunakan metode bootstrap untuk mengetahui signifikansi parameter. Dari ketiga model dipilih model terbaik berdasarkan nilai AIC dan BIC. Dilakukan analisis dan penarikan kesimpulan. Pada penelitian ini tidak menguji adanya *overdispersi* pada model. Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini di tunjukkan oleh Tabel 1.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### A. Deskripsi Data Penelitian

Tabel 2 menunjukkan hasil statistika deskriptif dari variabel respon dan prediktor yang digunakan. Terlihat dari Tabel 2 bahwa rata-rata jumlah kasus HIV mempunyai rata-rata lebih tinggi daripada jumlah kasus AIDS, demikian juga nilai varians dari kasus tersebut. Tetapi nilai minimum di antara kedua variabel tersebut bernilai sama yaitu 0, artinya pada tahun 2011 terdapat daerah yang tidak menyumbang jumlah kasus baru HIV dan AIDS. Varians dari variabel  $X_5$  kali lebih besar daripada variabel  $X_6$ , hal itu menunjukkan persebaran data pada variabel persentase daerah berstatus desa lebih besar dibandingkan persentase jumlah tenaga medis. Variabel  $X_4$  menunjukkan variabel persentase penduduk tamat SMA, ternyata mempunyai varians yang cukup besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa persebaran penduduk tamat SMA masih kurang merata di daerah Jawa Timur.

### B. Uji Multikolinearitas

Apabila terjadi multikolinieritas maka proses pembangunan model menjadi tidak mudah. Nilai VIF untuk masing-masing variabel prediktor yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai VIF masing-masing variabel prediktor kurang dari 10. Hal itu mengindikasikan bahwa tidak ada multikolinieritas antara variabel prediktor.

### C. Hasil Regresi Poisson Univariat

Pemodelan dari jumlah kasus HIV menunjukkan nilai  $D(\hat{\beta})$  tersebut adalah 4322,8. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{(6,0.05)}$  yaitu 12,592. Ternyata nilai  $D(\hat{\beta})$  lebih besar dari nilai  $\chi^2_{(6,0.05)}$  sehingga keputusan yang dihasilkan adalah tolak  $H_0$  berarti terdapat variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model. Ternyata dengan menggunakan statistik uji  $z$  menunjukkan bahwa semua variabel berpengaruh terhadap respon. Tabel 5 menunjukkan hasil estimasi parameter dan statistik uji dari pemodelan. Variabel yang mempunyai kontribusi terbesar terdapat pada variabel  $X_6$  yaitu persentase jumlah tenaga medis terhadap jumlah penduduk. Hasil estimasi parameter variabel tersebut menunjukkan setiap 1% peningkatan jumlah sarana kesehatan akan memperkecil jumlah kasus HIV sebesar  $\exp(-9,43) \approx 0,00008$  dari rata-rata jumlah kasus.

$D(\hat{\beta})$  yang dihasilkan model regresi poisson univariat jumlah kasus AIDS adalah 3653,3. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{(6,0.05)}$  yaitu sebesar 12,592, nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(6,0.05)}$ , maka terdapat minimal satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

Model untuk jumlah kasus AIDS ditunjukkan sebagai berikut:

$\hat{\lambda} = \exp(6,1 + 0,24X_1 - 0,44X_2 - 0,0004X_3 + 0,14X_4 - 0,01X_5 - 7,79X_6)$   
 Hasil  $p$ -value pengujian parameter secara parsial menunjukkan bahwa terdapat satu variabel yang tidak berpengaruh terhadap respon yaitu variabel persentase daerah berstatus desa. Setiap penambahan 1% tenaga medis menyebabkan pelipatgandaan sebesar  $\exp(-7,79) = 0,0004$  dari rata-rata jumlah kasus AIDS semula. Selanjutnya

Tabel 2.  
Statistika Deskriptif Variabel

Variabel	Mean	Var	Min	Maks
$Y_1$	68,66	10906,34	0	429
$Y_2$	55,95	8955,78	0	439
$X_1$	1,57	1,37	0,40	5,57
$X_2$	8,97	0,74	7,33	11,98
$X_3$	72,48	1634,88	0	100
$X_4$	18,40	77,26	4,52	37,38
$X_5$	33,16	260,70	11,97	75,52
$X_6$	0,14	0,02	0,02	0,61

Tabel 3.  
Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	$R^2$	VIF
$X_1$	0,83	5,924
$X_2$	0,50	1,985
$X_3$	0,66	2,954
$X_4$	0,79	4,812
$X_5$	0,44	1,779
$X_6$	0,89	8,843

Tabel 4.  
Model Regresi Poisson Univariat Jumlah Kasus HIV

Par	Estimasi	SE	Z	P-value
$\beta_0$	1,89	0,31	6,01	$1,91 \cdot 10^{-9}$
$\beta_1$	0,21	0,04	5,79	$7,05 \cdot 10^{-9}$
$\beta_2$	0,12	0,03	3,79	0,000153
$\beta_3$	-0,0032	0,0007	-4,86	$1,18 \cdot 10^{-6}$
$\beta_4$	0,13	0,0047	28,18	$2 \cdot 10^{-16}$
$\beta_5$	-0,01	0,0025	-5,26	$1,46 \cdot 10^{-7}$
$\beta_6$	-9,44	0,42	-22,21	$2 \cdot 10^{-16}$

Tabel 5.  
Model Regresi Poisson Univariat Jumlah Kasus AIDS

Parameter	Estimasi	SE	Z	P-value
-----------	----------	----	---	---------

$\beta_0$	6,10	0,39	15,64	$<2.10^{-16}$
$\beta_1$	0,24	0,04	5,42	$5,97.10^{-08}$
$\beta_2$	-0,44	0,04	-11,05	$<2.10^{-16}$
$\beta_3$	-0,0004	0,0008	-0,52	0,604
$\beta_4$	0,14	0,0048	28,73	$<2.10^{-16}$
$\beta_5$	-0,01	0,0025	-3,95	$7,69.10^{-05}$
$\beta_6$	-7,79	0,46	-16,87	$<2.10^{-16}$

dibangun model persamaan untuk ketiga buah model dengan nilai *covarian* berbeda pada regresi poisson bivariat.

#### D. Hasil Regresi Poisson Bivariat

Pada pemodelan bivariat dibangun tiga buah model yang nantinya akan dibandingkan untuk mendapatkan model terbaik. Dari model pertama nilai  $D(\hat{\beta})$  adalah 4149,216. Nilai tersebut dibandingkan dengan  $\chi^2_{12,0,05} = 21,026$ . Nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{tabel}$ , berarti paling tidak ada satu variabel yang berpengaruh. nilai  $\alpha$  adalah 0,05 maka nilai  $z_{0,0025}$  adalah 1,96. Tabel 6 menunjukkan bahwa semua variabel signifikan berpengaruh terhadap kedua kasus tersebut, kecuali variabel persentase daerah berstatus desa ( $X_3$ ). Dari hasil estimasi parameter Tabel 7 diperoleh nilai  $\lambda_0$  sebesar 2,36.

Nilai  $|z_{hitung}|$  dibandingkan dengan nilai  $z_{\alpha/2}$  saat

Kontribusi terbesar dari model pertama ditunjukkan oleh variabel persentase jumlah tenaga medis. Pemodelan penaksiran parameter model kedua ditunjukkan oleh Tabel 8 sedangkan nilai  $\lambda_0$  yang dihasilkan ditunjukkan oleh Tabel 9. Nilai  $D(\hat{\beta})$  yang dihasilkan adalah 3090,316. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{k,\alpha}$  yaitu sebesar 28,869, hal itu menunjukkan bahwa minimal terdapat satu variabel yang signifikan berpengaruh terhadap respon. Untuk mengetahui variabel mana yang berpengaruh dilakukan pengujian parameter secara parsial. Terlihat pada Tabel 8 pada model persamaan  $\lambda_0$  pada model kedua semua variabel tidak berpengaruh signifikan.

Model pertama yang didapatkan adalah

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(1,51 + 0,26x_1 + 0,11x_3 - 0,003x_3 + 0,15x_4 - 0,01x_5 - 10,23x_6)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(7,11 + 0,32x_1 - 0,63x_3 - 0,0004x_3 + 0,16x_4 - 0,01x_5 - 8,39x_6)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(2,36)$$

Model yang didapatkan dari hasil penaksiran parameter regresi poisson bivariat yang tersaji pada Tabel 8 dan Tabel 9 dapat diperlihatkan dari persamaan berikut

$$\hat{\lambda}_1^* = \exp(-0,73 - 0,06x_1 + 0,54x_2 + 0,0003x_3 + 0,05x_4 - 0,01x_5 - 6,05x_6)$$

$$\hat{\lambda}_2^* = \exp(3,5 - 0,46x_1 - 0,23x_2 + 0,02x_3 + 0,05x_4 - 0,01x_5 + 0,64x_6)$$

$$\hat{\lambda}_0 = \exp(-258,54 - 4,26x_1 + 4,01x_2 - 0,15x_3 + 7,97x_4 - 0,42x_5 - 67,86x_6)$$

Kontribusi terbesar bisa diperlihatkan dari seberapa besar nilai estimasi parameter yang dihasilkan.

Pada Tabel 10 dapat dilihat hasil estimasi parameter dan standar eror dari model ketiga dengan nilai  $\lambda_0$  adalah 0. Nilai  $D(\hat{\beta})$  yang dihasilkan adalah 4315,618. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{12,0,05}$  yaitu sebesar 21,062. Ternyata nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{12,0,05}$  yang berarti minimal

Tabel 6.  
Penaksiran Parameter Model Pertama

Jumlah Kasus HIV				Jumlah Kasus AIDS		
par	koef	SE	$z_{hitung}$	koef	SE	$z_{hitung}$
$\beta_0$	1,51	0,48	3,14	7,11	0,57	12,47
$\beta_1$	0,26	0,05	5,56	0,32	0,05	6,40
$\beta_2$	0,11	0,05	2,34	-0,63	0,06	-10,50
$\beta_3$	-0,003	0,0008	-4,23	-0,0004	0,0009	-0,44
$\beta_4$	0,15	0,01	18,63	0,16	0,01	16,00
$\beta_5$	-0,01	0,0041	-3,52	-0,01	0,0039	-2,56
$\beta_6$	-10,23	0,73	-13,96	-8,39	0,7	-11,99

Tabel 7.  
Penaksiran Parameter dari  $\lambda_0$  Model Pertama

koef	SE	$z_{hitung}$
2,36	0,22	10,96

Tabel 8.  
Penaksiran Parameter Model Kedua

Jumlah Kasus HIV				Jumlah Kasus AIDS		
par	koef	SE	$z_{hitung}$	Koef	SE	$z_{hitung}$
$\beta_0$	-0,73	0,41	-1,79	3,50	0,67	5,21
$\beta_1$	-0,06	0,06	-1,02	-0,46	0,09	-5,21
$\beta_2$	0,54	0,05	11,41	-0,23	0,07	-3,54
$\beta_3$	0,0003	0,001	0,27	0,02	0,003	7,71
$\beta_4$	0,05	0,01	6,29	0,05	0,01	6,32
$\beta_5$	-0,01	0,002	-5,81	-0,01	0,003	-3,46
$\beta_6$	-6,05	0,71	-8,47	0,64	1,23	0,52

Tabel 9.  
Penaksiran Parameter  $\lambda_0$  Model Kedua

par	koef	SE	$z_{hitung}$
$\beta_0$	-258,5	522,01	-0,5
$\beta_1$	-4,26	12,13	-0,35

$\beta_2$	4,01	22,51	0,18
$\beta_3$	-0,15	0,16	-0,92
$\beta_4$	7,97	12,7	0,63
$\beta_5$	-0,42	2,98	-0,14
$\beta_6$	-67,86	455,96	-0,15

terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap respon. Variabel yang tidak signifikan pada model ketiga adalah persentase daerah berstatus desa pada pemodelan AIDS. Model persamaan yang terbentuk adalah

$$\lambda_1^* = \exp(1,89 + 0,21x_1 + 0,12x_2 - 0,003x_3 + 0,133x_4 - 0,013x_5 - 9,44x_6)$$

$$\lambda_2^* = \exp(6,1 + 0,24x_1 - 0,44x_2 - 0,0004x_3 + 0,139x_4 - 0,01x_5 - 7,79x_6)$$

Tabel 11 menunjukkan semua nilai  $|z_{hitung}| > z_{tabel}$ , dengan nilai

$\alpha$  adalah 0,05 maka nilai dari  $z_{tabel}$  adalah 1,96. Semua

parameter pada persamaan  $\hat{\lambda}_1^*$  signifikan berpengaruh terhadap respon. Kontribusi terbesar diberikan pada model jumlah kasus HIV adalah variabel persentase jumlah tenaga medis.

#### E. Perbandingan Model Regresi Poisson Bivariat

Salah satu permasalahan dalam pemodelan adalah melihat salah satu dari model mana yang paling baik untuk memprediksi variabel yang digunakan. Untuk melihat kebaikan model terdapat beberapa kriteria, beberapa diantaranya adalah nilai AIC dan BIC yang dihasilkan oleh model.

Tabel 11 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai AIC dan BIC yang dihasilkan oleh model pertama, kedua dan ketiga. Nilai AIC dan BIC menunjukkan nilai kebaikan model yang dihasilkan. Semakin kecil nilai AIC dan BIC maka semakin baik model yang tersebut. Nilai AIC yang paling kecil ditunjukkan oleh model kedua yaitu sebesar 3132,3155. Pada kriteria pemilihan BIC juga menunjukkan bahwa nilai BIC yang paling kecil ditunjukkan oleh model kedua yaitu sebesar 3181,2609. Sehingga pemodelan jumlah kasus HIV dan AIDS lebih disarankan menggunakan model kedua yaitu model dengan nilai  $\lambda_0$  adalah suatu persamaan.

#### IV. KESIMPULAN

Nilai parameter yang didapatkan dari ketiga buah model regresi poisson bivariat berbeda, demikian juga halnya dengan nilai  $z_{hitung}$  yang dihasilkan oleh model juga menghasilkan nilai berbeda dari ketiga buah model regresi. Dari ketiga model regresi poisson bivariat, model terbaik adalah model kedua yaitu model dengan nilai  $\lambda_0$  mengandung nilai variabel prediktor lainnya. Hasil signifikansi parameter model regresi poisson bivariat terbaik adalah tidak semua variabel signifikan terhadap model jumlah kasus AIDS, variabel yang signifikan adalah

persentase penduduk pengguna kondom, persentase kelompok umur 25-29 tahun, persentase daerah berstatus desa, persentase penduduk tamat SMA dan persentase penduduk miskin di tiap kabupaten dan kota. Saran yang bisa dilakukan setelah melihat model terbaik adalah nilai keterkaitan dari jumlah kasus HIV dan AIDS di masing-masing daerah adalah sama, sehingga tidak diperlukan perlakuan khusus untuk masing-masing daerah.

Tabel 10.  
Penaksiran Parameter Model Ketiga

par	Jumlah Kasus HIV			Jumlah Kasus AIDS		
	koef	SE	$z_{hitung}$	koef	SE	$z_{hitung}$
$\beta_0$	1.89	0.31	6.04	6.10	0.41	14.84
$\beta_1$	0.21	0.04	5.70	0.24	0.04	5.60
$\beta_2$	0.12	0.03	3.80	-0.44	0.04	-10.5
$\beta_3$	-0.003	0.001	-4.91	-0.0004	0.001	-0.51
$\beta_4$	0.133	0.005	29.17	0.139	0.005	27.48
$\beta_5$	-0.013	0.002	-5.67	-0.010	0.003	-3.85
$\beta_6$	-9.44	0.43	-21.93	-7.79	0.47	-16.4

Tabel 11.  
Perbandingan Model Poisson Bivariat

	AIC	BIC	Loglikelihood
Model pertama	4179,21	4214,17	-2074,608
Model kedua	3132,31	3181,26	-1545,158
Model ketiga	4343,61	4376,24	-2157,809

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karlis, D., & Ntzoufras, I. (2005). Bivariate Poisson and Diagonal Inflated Bivariate Poisson Regression Models in R. *Journal of Statistical Software*, 1-36.
- [2] Bermudes, L., & Karlis, D. (2012). A Finite Mixture of Bivariate Poisson Regression Models with an Application to Insurance Ratemaking. *Computational Statistics and Data Analysis*, 3988-3999.
- [3] Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Draper, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [5] Agresti, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press. (1998). *An Introduction to Stochastic Modeling*. San Diego: Academic Press.
- [7] Jung, C. R., & Winkelmann. (1993). Two Aspects of Labor Mobility: A Bivariate Poisson Regression Approach. *Empirical Economics*, 543-556.
- [8] Anonim. (2012, November 14). *apotas*. Dipetik Februari 2, 2013, dari [www.apotas.com/-perbedaan-hiv-dan-aids/](http://www.apotas.com/-perbedaan-hiv-dan-aids/)
- [9] Assriyanti, N., & Purhadi. (2008). *Tugas Akhir dengan Judul Perbandingan Analisis Regresi Poisson, Generalized Poisson Regression (Studi Kasus : Pemodelan Jumlah Kasus AIDS di Jawa Timur Tahun 2008)*. Surabaya: ITS press.